

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :

A61B 5/055, 17/34

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/55229

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

4. November 1999 (04.11.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02713

(22) Internationales Anmeldedatum: 22. April 1999 (22.04.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 18 785.8

27. April 1998 (27.04.98)

DE

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):  
FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH  
[DE/DE]; Weberstrasse 5, D-76133 Karlsruhe (DE).

(72) Erfinder; und

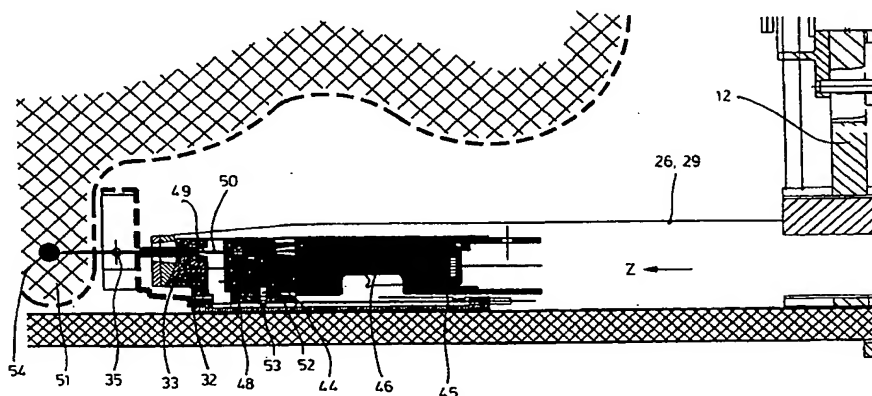
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAISER, Werner,  
Alois [DE/DE]; Jagdweg 34, D-53757 St. Augustin  
(DE). SELIG, Manfred [DE/DE]; Pfingststrasse 15,  
D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen (DE). ULLRICH,  
Rudolf [DE/DE]; Mannheimer Strasse 14, D-76344  
Eggenstein-Leopoldshafen (DE). VAGNER, Jörg  
[DE/DE]; Mannheimer Strasse 12, D-76344 Eggen-  
stein-Leopoldshafen (DE). SCHÖNHERR, Siegfried  
[DE/DE]; Otto-Hahn-Strasse 6, D-76344 Eggen-  
stein-Leopoldshafen (DE).

(54) Title: MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPH

(54) Bezeichnung: MAGNETRESONANZTOMOGRAPH

(57) Abstract

The invention relates to a magnetic resonance tomograph without access to the measurement field during a measurement, comprising a continuous channel for inserting from one side a stretcher for use by female patients lying in a prone position during a magnetic resonance mammography. Said tomograph further comprises a manipulator by means of which the instruments for the diagnosis and surgical treatment of the breasts can be introduced into the channel from its other side parallel to the longitudinal axis of the channel, positioned in relation to the position of the breast and actuated *in situ* in the isocentre of the magnetic resonance tomograph in or on the breasts. The manipulator comprises a support arm which has a receiving recess in which the different instruments used for the individual treatment steps can be actuated or mounted or exchanged from the proximal end. The support arm with its receiving recess can be freely positioned inside the channel in two windows of any vertical x/y planes which cover the anatomical position of the breasts. The receiving recess can be pivoted horizontally and vertically about an invariant point situated outside the receiving recess and the tip at the distal end of the manipulator.



### (57) Zusammenfassung

Ein Magnetresonanztomograph MRT ohne Zugang zum Meßfeld während der Messung mit einem durchgehenden Kanal zum einseitigen Einschieben einer Patientenliege für weibliche Patienten in Bauchlage bei der MR-Mammographie, mit einem Manipulator, mittels welchem die Instrumente zur Diagnostik und operativen Behandlung der Mamma von der anderen Seite des Kanales her in diesen Kanal parallel zu seiner Längsachse einfahrbar, zur Lage der Mamma positionierbar und zusätzlich vor Ort im Isozentrum des MRT in bzw. an der Mamma betätigbar sind. Der Manipulator besitzt einen Tragarm, der an seinem distalen Ende ein Aufnahmegehäuse aufweist, in welchem bzw. in welches wahlweise die verschiedenen Instrumente der einzelnen Behandlungsschritte betätigbar, sowie einsetz- und vom proximalen Ende her auswechselbar sind. Der Tragarm ist mit dem Aufnahmegehäuse innerhalb des Kanales in zwei Fenstern beliebiger vertikaler x/y-Ebenen, die die anatomische Position der Mammass abdecken, frei positionierbar, wobei das Aufnahmegehäuse um einen invarianten Punkt horizontal und vertikal schwenkbar ist, der sich außerhalb des Aufnahmegehäuses und der Spitze am distalen Ende des Manipulators befindet.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                                   |    |   |    |                                |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                           | LS | Lesotho   | SI | Slowenien                      |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                          | LT | Litauen   | SK | Slowakei                       |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                        | LU | Luxemburg                                       | SN | Senegal                        |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                             | LV | Lettland  | SZ | Swasiland                      |
| AZ | Aserbaidschan                | GB | Vereinigtes Königreich            | MC | Monaco  | TD | Tschad                         |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                          | MD | Republik Moldau                                 | TG | Togo                           |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                             | MG | Madagaskar                                      | TJ | Tadschikistan                  |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                            | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan                   |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                      | ML | Mali  | TR | Türkei                         |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                            | MN | Mongolei  | TT | Trinidad und Tobago            |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                            | MR | Mauretanien                                     | UA | Ukraine                        |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                            | MW | Malawi  | UG | Uganda                         |
| BY | Belarus                      | IS | Island                            | MX | Mexiko  | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                           | NE | Niger   | UZ | Usbekistan                     |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                             | NL | Niederlande                                     | VN | Vietnam                        |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                             | NO | Norwegen  | YU | Jugoslawien                    |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                       | NZ | Neuseeland                                      | ZW | Zimbabwe                       |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen   |    |                                |
| CM | Kamerun                      | KR | Republik Korea                    | PT | Portugal  |    |                                |
| CN | China                        | KZ | Kasachstan                        | RO | Rumänien  |    |                                |
| CU | Kuba                         | LC | St. Lucia                         | RU | Russische Föderation                            |    |                                |
| CZ | Tschechische Republik        | LI | Liechtenstein                     | SD | Sudan   |    |                                |
| DE | Deutschland                  | LK | Sri Lanka                         | SE | Schweden  |    |                                |
| DK | Dänemark                     | LR | Liberia                           | SG | Singapur  |    |                                |
| EE | Estland                      |    |                                   |    |   |    |                                |

**Magnetresonanztomograph**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Magnetresonanztomographen MRT ohne Zugang zum Meßfeld während der Messung mit einem durchgehenden Kanal zum einseitigen Einschieben einer Patientenliege für weibliche Patienten bei der MR-Mammographie.

Bei den bekannten geschlossenenen Magnetresonanztomographen erfolgt die MRT Mammographie mit sich daraus ergebenden, weiteren Behandlungsschritten wie Biopsatentnahme und gegebenenfalls anschließender Therapie in einer Vielzahl von Schritten, bei welchen die Patientin mehrfach in den Kanal des Gerätes aus- und eingefahren werden muß. Die operativen Maßnahmen konnten bei geschlossenenen Magnetresonanztomographen an der Patientin bisher nur außerhalb des Gerätes vorgenommen werden. Diese Vorgehensweise bedeutet hohen Zeitaufwand, große physische und psychische Belastung der Patientin und ein Risiko durch Veränderung der Brustposition während des langen Ablaufes der Arbeitsschritte. Ebenso bedeutet der lange zeitliche Aufwand entsprechend hohe Kosten der Therapie.

Aus der EP-A-0 534 607 ist ein Magnetresonanztomograph mit zwei ringförmigen Magneten bekannt, in denen der Patient liegt und zwischen denen von der Seite her eine nicht näher ausgeführte, mechanische Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Tumoren des Patienten mittels Laserenergie angebracht ist. Eine vorhergehende Biopsatentnahme ist bei dem MRT nach der EP nicht vorgesehen und müsste auf andere Weise vorher ausserhalb des Gerätes erfolgen. Die EP-A-0 534 607 gibt daher keinerlei Anregung auf eine Verbesserung der vorstehend beschriebenen Situation.

Ausgehend davon hat nun die vorliegende Erfindung zur Aufgabe, einen wie eingangs beschriebenen Magnetresonanztomographen in der Weise weiterzuentwickeln oder zu verbessern,

daß sich die verschiedenen Diagnose- und Behandlungsschritte der MR-Mammographie in dem Gerät selbst mit möglichst wenig Lageveränderungen der Patientin und geringem Zeitaufwand durchführen lassen. Die einmal vor dem Einsatz des MRM zueinander positionierte Lage von Patientin, Patientenaufgabe und MRM sollte über den ganzen Operationssitus beibehalten werden können.

Zur Lösung der Aufgabe schlägt die Erfindung die Merkmale vor, die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angeführt sind. Weitere, vorteilhafte und die Erfindung weiterbildende Merkmale sind in den kennzeichnenden Teilen der Unteransprüche zu sehen.

Einzelheiten der vorliegenden Erfindung sind im folgenden und anhand der Figuren 1 bis 7 näher erläutert. Es zeigen:

die Fig.1 einen seitlichen Teilschnitt durch den Manipulator,

die Fig.2 eine Draufsicht auf den Manipulator,

die Fig.3 einen Schnitt durch den MRT mit dem Manipulator etwa entlang der Linie AA in Mittel- bzw. Grundstellung,

die Fig.4 einen Schnitt ähnlich der Fig.3 in seitlich ausgefahrener Stellung,

die Fig.5 die Einführung eines diagnostisch-therapeutischen Instrumentes in das Aufnahmegehäuse;

die Fig.6 den Ankoppelvorgang der Trokaraufnahme und des Instrumentenadapters mit dem Antriebsschlitten im Aufnahmegehäuse und

die Fig.7 den Vorstoß des diagnostisch-therapeutischen Instrumentes in die fixierte Brust aus dem Aufnahmegehäuse.

Der in den Figuren dargestellte Manipulator ist zum Einsatz in einem geschlossenen Magnetresonanztomographen MRT mit einem durchgehenden Kanal 1 vorgesehen, der in den Figuren 3 und 4 angedeutet ist und in welchen von seiner einen Seite her eine nicht dargestellte Patientenliege für weibliche Patienten zur MR Mammographie und eventueller Weiterbehandlung eingeschoben wird. Die Patientin befindet sich dabei in Bauchlage, die durch die anatomischen Unterschiede möglichen Positionen der Mamma liegen im Bereich der in der Fig.4 angedeuteten zwei Fenster 20, die den Arbeitsbereich des Manipulators in der vertikalen Ebene (x/y-Bereich) festlegen. Die jeweils zu behandelnde Brust wird dort durch zwei Anpressplatten in Längsrichtung fixiert und im Isozentrum des MRT positioniert. Der Manipulator wird von der anderen Seite, also von der, der Patientenliege abgewendeten Seite her, in den Kanal 1 soweit eingeschoben, bis sich seine Spitze 21 in der Nähe des Isozentrums befindet. In bzw. an dieser Spitze 21 sind die für die Behandlung notwendigen, jedoch in den Figuren nicht dargestellten Instrumente untergebracht.

Es versteht sich, daß der gesamte Manipulator aus Materialien hergestellt ist, die MRT tauglich sind. Seine Basis ist der bogenförmige Rahmen 2, der mittels seitlicher Standkufen 5 auf eine Art Schiene 3 in den Kanal 1 längs einschiebbar ist und der in der angegebenen Position im Kanal 1 mittels einer Klemmvorrichtung 4 fixiert wird. Die später beschriebenen Schwenkarme 12 befinden sich dabei in Mittelstellung, wie in der Fig.3 gezeigt. Im oberen Teil des Rahmens 2 ist eine horizontale Brücke 7 eingesetzt, unter welcher ein horizontal beweglicher Schlitten 6 sitzt, der an der Brücke 7 mittels Führungen geführt ist und eine Bewegung in Richtung x ausführt. Der Antrieb der Schlittenbewegung x erfolgt über einen sich auf einer Seiltrommel am Schlitten 6 aufrollenden und umlaufenden Seilzug 8, der über an der Brücke 7 sitzende seitliche Umlenkrollen 9

läuft und über ein Getriebe 10 mit einer Antriebswelle 11 betätigt wird.

Unterhalb des Schlittens 6 ist in diesem eine drehbare Welle 17 gelagert, auf deren äußeren Enden außerhalb des Schlittens 6 zwei hintereinanderliegende Schwenkarme 12 befestigt sind. Die Schwenkarme 12 sind mit der Welle 17 um deren Achse 13 gegenüber dem Schlitten 6 schwenkbar, wobei die Schwenkung als Bewegung in Richtung y bezeichnet ist und von der durch die x-Richtung bestimmten, jeweiligen Position des Schlittens 6 her ausgeführt wird. Als ein Ausführungsbeispiel für den y-Antrieb ist die Oberseite des proximalen der beiden Schwenkarme 12 ist über der Welle 17 zu einem Schneckenradsegment 18 ausgebildet, in welches die Schnecke 19 eines seitlich am Schlitten oberhalb dieser angesetzten Getriebes 22 eingreift und damit beide Schwenkarme in y-Richtung um die Achse 13 schwenkt. Dieses besitzt eine Antriebswelle 23, an welche, ebenso wie auch an die vorstehend beschriebene Antriebswelle 11, nicht mehr dargestellte rechnergesteuerte Stellmotoren angeschlossen sind. Die x-Bewegung wird somit über das Getriebe 10, die y-Bewegung über das Getriebe 22 erzeugt, wobei die sich überlagernden Bewegungen in x und y Richtung die gewünschte Position des Manipulators bzw. seiner Spitze 21 im Fenster 20 ergeben.

Auf dem distalen Ende der Welle 17 sitzt, an dem distalen Schwenkarm 12 anliegend, eine Seilscheibe 16, die ihrerseits gegenüber dem Schlitten 6 fixiert ist und in welcher sich die Welle 17 dreht. Die Seilscheibe 16 behält somit ihre Lage gegenüber dem Schlitten 6 bei, wenn die Schwenkarme 12 geschwenkt werden. An der, der Achse 13 bzw. der Welle 17 abgewendeten Seite der Schwenkarme 12 ist in diesen ein Tragrohr 14 drehbar gelagert, auf dessen distalem Ende außerhalb der beiden Schwenkarme 12 eine weitere Seilscheibe 15 befestigt sitzt, mittels der das Tragrohr 14 gedreht werden kann. Über beide Seilscheiben 15 und 16 führt

ein umlaufendes Seil 24, welches auf den beiden Scheiben festgeklemmt ist und sich auf- bzw. abwickelt. Da die Seilscheibe 16 über den Stift 25 in ihrer Drehlage gegenüber dem Schlitten 6 fixiert ist, behält das Tragrohr 14 seine Orientierung im Raum beim Schwenken in y-Richtung bei, d.h. es wird horizontal parallel geführt. Die Orientierung des Tragrohres 14 zur Anpassung an die rechte oder linke Schräge der nicht dargestellten Patientenaufgabe wird durch Umstecken des Stiftes 25 in seinen Rastbohrungen 27 erreicht.

In dem erwähnten Tragrohr 14 befindet sich ein wesentliches Element des Manipulators, der Tragarm 26. Er sitzt starr in dem Rohr 14 und ist daher zusammen mit diesem voll beweglich, sein distales Ende bildet die Spitze 21 des Manipulators, wobei der, aus dem Tragrohr 14 ragende distale Teil hohl ausgebildet ist und sich darin ein von der Spitze 21 rückwärts pfeilförmig verbreiteter Hohlraum 28 befindet. Dieser, im distalen Teil breitere Hohlraum 28 bildet den vorderen Teil eines Kanals 30, der sich durch den Bereich des Tragrohres 14 hindurch bis zum proximalen Ende des Tragarmes 26 erstreckt. In diesem Bereich besteht der Kanal 30 nur noch aus den beiden Seitenteilen 29. Der Kanal 30 des Tragarmes 26 führt somit durchgehend vom proximalen 31 bis zum distalen Ende 21 des Manipulators, wobei durch ihn die zur Behandlung notwendigen Instrumente vom proximalen 31 bis an das distale Ende 21 transportiert werden.

Ein weiteres wichtiges Element des Manipulators ist das im Hohlraum 28 sitzende und horizontal sowie vertikal um die Kugelkalotte 33 als Lagerelement schwenkbare Aufnahmehäuse 32, in welches die zur Behandlung verwendeten Instrumente eingesetzt und ausgewechselt werden können. Im konkreten Anwendungsfall der MRT Mammographie ist dies einmal ein Biopsiegerät mit Trokar zur Entnahme von Biopsat sowie zum anderen der Applikator eines Lasergerätes zu einer sich eventuell anschließenden Laserchirurgie. Dabei finden Adapter für die jeweiligen Geräte Verwendung, die eine Anpas-

sung in das Aufnahmegehäuse 32 ermöglichen. Die Funktion des Aufnahmegehäuses im Zusammenwirken mit den Instrumenten wird später anhand der Figuren 5 bis 7 genauer erläutert. Die Schwenkbewegung des Aufnahmegehäuses 32 erfolgt um einen außerhalb des Manipulatorendes 21 liegenden invarianten Punkt 35, der bei einem Eingriff am Gewebestichpunkt liegt und in dem das jeweilige Instrument, ohne seine Lage zu dem Einstichpunkt zu verändern, nach allen Richtungen schwenkbar ist. Meistens ist das Instrument durch einen Trokar gesteckt, wobei dann der Trokar die genannte Bewegung ausführt. Die horizontale Schwenkbarkeit des Aufnahmegehäuses 32 wird dabei durch die Pfeilform des Hohlraumes 28 ermöglicht. Das Aufnahmegehäuse 32 ist in Richtung auf die Kalotte 33 bzw. seinen Lagerpunkt mit elastischen Bändern 34 verspannt und wird durch seitlich schwenkbare und um eine Achse 39 drehbare Lagerarme 36 gehalten. Zwischen dem Angriffspunkt der Lagerarme 36 und dem der Bänder 34 sind jeweils Seilzüge 37 befestigt, die über verschiedene Umlenkrollen zu dem Schwenkgetriebe 38 am proximalen Ende 31 des Tragarmes 26 führen und von dort aus betätigt werden.

Zur Vertikalauslenkung gleitet das proximale Ende des Aufnahmegehäuses 32 mit an ihm sitzenden Stiften 43 in einem Längsschlitz 40 der Lagerarme 36, wobei diese ihrerseits an, an der Innenseite der Tragarme 26 drehbar angeordneten Schwenkscheiben 41, mit diesen zusammen um die Achse 39 drehbar, befestigt sind. Von diesen Schwenkscheiben 41 führen weitere Seilzüge 42 über verschiedene Umlenkrollen zu dem Getriebe 43 für die Vertikalauslenkung am proximalen Ende 31 des Tragarmes 26. Die Schwenkbarkeit des Aufnahmegehäuses 32 um den invarianten Punkt 35 erlaubt eine Fächerbiopsie und eine anschließende -Lasertherapie je nach eingesetztem Instrument.

Wie bereits erwähnt, ist das Aufnahmegehäuse 32 ein wichtiges Element des Manipulators, nämlich die zentrale Einheit, von der aus die diagnostisch-therapeutischen Maßnahmen



funktionell ablaufen. Das Wesentliche an dem Gehäuse ist, daß es über die Kugelkalotte 33 räumlich um den invarianten Punkt 35 schwenkbar ist. Im Inneren des Gehäuses 32 ist ein beweglicher Antriebsschlitten 48 angeordnet, der darin eine Linearbewegung in z-Richtung, das heisst in Richtung der Längsachse des MRT Kanales 1, ausführen kann und für die Bewegung der Instrumente in Richtung des invarianten Punktes 35 bzw. des zu behandelnden Gewebes 51 dient. Die Axialbewegung des Antriebsschlittens 48 wird von der proximalen Seite 31 her durch nicht weiter dargestellte Elemente her erzeugt. Am distalen Ende des Aufnahmegehäuses 32 ist in dessen Wand eine Sterilhülse 49 als Schutzkomponente eingesetzt, welche die durch sie in das Gewebe 51 eindringenden Teile der Instrumente gegen eine Fremdkontamination schützt.

Zusammen mit bzw. in dem Aufnahmegehäuse 32 funktioniert die bewegliche Trokaraufnahme 44, in dessen oberem Teil, fluchtend mit der Hülse 49, der Trokar 50 aufgenommen wird. Diese Trokaraufnahme 44 ist in das Aufnahmegehäuse 32 einschiebbar und dort auf dem Schlitten 48 an diesen ankoppelbar. In der Figur 5 ist sie aus dem Aufnahmegehäuse 32 herausgezogen dargestellt, in den Figuren 6 und 7 befindet sie sich in dem Aufnahmegehäuse 32 in verschiedenen Positionen. An der Trokaraufnahme 44 sitzt proximal der hohle Instrumentenadapter 45 zwischen den Tragarmen 26, in dessen Innenraum das jeweilige Instrument 46 untergebracht ist. Die Trokaraufnahme 44 bildet somit in angekuppelten Zustand das Verbindungselement zwischen dem Antriebsschlitten 48 und dem Instrumentenadapter 45, der damit ebenfalls mit dem Schlitten 48 vom proximalen Ende 31 in dem Gehäuse 32 verschieblich ist. Durch das Zusammenkoppeln der drei Komponenten Antriebsschlitten 48, Instrumentenadapter 45 und Trokar 50 können nun die Instrumente 46 im Instrumentenadapter 45 in der z-Richtung bewegt werden. Der Trokar 50 fungiert sowohl als Führungskanal als auch als Schutz des gesunden Gewebes

vor Kontamination durch potentielle Krebszellen beim Instrumentenwechsel.

Der erwähnte Instrumentenadapter 45 dient zur Adaption und Handhabung diverser Instrumente. Er besitzt an der, der Trokaraufnahme 44 zugewandten Seite einen Koppelungsmechanismus, der ein Koppeln oder Entkoppeln mit der Trokaraufnahme 44 ermöglicht und somit einen Instrumentenwechsel bei gesetztem Trokar 50 zuläßt. Als Instrumente 46 dienen diverse diagnostische oder therapeutische Instrumente, wobei in einem konkreten Anwendungsfall ein Biopsiegerät als diagnostisches und ein angepasster Laserkopf als therapeutisches Instrument eingesetzt wird. An der proximalen Seite des Instrumentenadapters 45 greift ein Beschickungsgreifer 47 an, der ebenfalls zwischen den Tragarmen 26 in z-Richtung verschieblich ist, mit dem das Gehäuse 32 beschickt und die Instrumente dabei gewechselt werden.

Die Funktion des Manipulators im Zusammenhang mit mit einer MR

Mammographie ist nun wie folgt:

Die Brust der auf der Patientenliege im Kanal 1 in Bauchlage liegenden Patientin ist im Isozentrum des MRT im Bereich der Fenster 20 positioniert. Der Manipulator wird mit seiner Spitze 21 in den Kanal 1 in die Nähe des Isozentrums eingeführt, zur Patientenauflage positioniert und mittels der Klemmvorrichtung 4 fixiert. Anschließend werden die Schichtbilder auf herkömmliche Weise erstellt, wobei die Zielkoordinaten eventueller Befunde festgehalten werden. Bei einem positiven Befund, d.h. bei einer vorzunehmenden Biopsierung werden die Antriebswellen 11, 23 sowie die der Getriebe 38 und 43 mit einer nicht dargestellten Antriebseinheit verbunden, welche durch ein Steuergerät mit den Zielkoordinaten gesteuert wird. Die Zielkoordinaten werden in Koordinaten des Manipulators entsprechend den Fenstern 20 umgerechnet und dieser entsprechend der Koordi-

naten in der x/y-Ebene durch Verfahren des Schlittens 6 und Drehen um die Achse 13 positioniert. Die Positionierung in der z-Achse, das heisst in der Tiefe, wird durch eine vorgegebene Einstichtiefe des Trokars aus dem Aufnahmegehäuse 32 heraus vorgenommen. Das Biopsiegerät wird danach am proximalen Ende 31 zwischen die Seitenteile 29 des Tragar- mes 26 eingesetzt und mit dem in den Figuren 5 bis 7 dargestellten Beschickungsgreifer 47 zur Biopsatentnahme in das Aufnahmegehäuse 32 und wieder zurücktransportiert. Zu einer eventuellen Weiterbehandlung wird das Biopsiegerät anschließend gegen einen Laserapplikator ausgewechselt. Dieser wird auf dieselbe Art wie das Biopsiegerät in das Aufnahmegehäuse 32 gebracht, welches nach wie vor entsprechend der Zielkoordinaten des Manipulators positioniert ist. In dieser festgehaltenen Position wird dann z.B. entsprechend der Größe eines festgestellten Tumors Laserenergie verabreicht.

Genauere Funktion der einzelnen Elemente im und am Aufnahmegehäuse 32:

Zunächst wird die Sterilhülse 49 mit einem nicht dargestellten Greifwerkzeug in das Aufnahmegehäuse 32 eingeführt. Dann werden außerhalb des Rohres 1 in die Trokaraufnahme 44 der Trokar 50 und in den Instrumentenadapter 45 ein Instrument 46 positioniert. Danach werden beide durch Zusammenstecken gekoppelt und in Führungen zwischen den Seitenteilen 29 des Manipulators am proximalen Ende 31 geschoben. Danach wird der Beschickungsgreifer 47 in das offene Ende des Instrumentenadapters 45 eingeschoben und verriegelt. Als nächster Schritt erfolgt das Vorschieben der, mit dem Greifer 47 verbundenen Komponenten in das Aufnahmegehäuse 32. Im letzten Teilstück der Strecke gleitet die Trokaraufnahme 44 über den Antriebsschlitten 48. Dabei werden beide Teile in einer bestimmten Position miteinander verriegelt. Die Verriegelung erfolgt dabei durch das Einrasten eines Mitnehmers 52, der sich an der Trokaraufnahme 44

befindet, in einer Gegennut 53, die auf dem Antriebsschlitten 48 eingebracht ist. Nach diesem Schritt wird der Greifer 47 im Instrumentenadapter 45 entriegelt und aus dem Manipulator vom Ende 31 herausgezogen. Der Manipulator kann nun die x/y-Position der zu behandelnden Stelle 54 auf die eingangs beschriebene Weise ansteuern. Ist diese Position erreicht, erfolgt durch den Antriebsschlitten 48 der Vorstoß des Instrumentes 46 in das Gewebe 51.

Der Wechsel der Instrumente 46 erfolgt bei gesetztem Trokar 50. Dazu wird der Instrumentenadapter 45 von der Trokaraufnahme 44 entkoppelt und um einen bestimmten Betrag zurück geschoben. Dies geschieht durch einen Bowdwnzug von außerhalb des MRT. Nun kann der Instrumentenadapter 45 durch den Greifer 47 aus dem Manipulator herausgeholt und mit einem neuen Instrument wiederbeladen erneut hineingeschoben werden. Am Ende der Behandlung wird nicht der Instrumentenadapter 45 von der Trokaraufnahme 44 entkoppelt, sondern die Verriegelung zwischen der Trokaraufnahme 44 und dem Antriebsschlitten 48 gelöst. Dadurch können wieder alle zu anfangs in den Manipulator eingebrachten Teile zusammen mit dem Greifer 47 entfernt werden.

Bezugszeichenliste:

- 1 MRT Kanal
- 2 Rahmen
- 3 Schiene
- 4 Klemmvorrichtung
- 5 Kufen
- 6 Schlitten
- 7 Büchse
- 8 Seilzug
- 9 Umlenkrollen
- 10 Getriebe
- 11 Antriebswelle
- 12 Schwenkarm
- 13 Achse
- 14 Tragrohr
- 15 Seilscheibe fest
- 16 Seilscheibe drehbar mit 14
- 17 Welle
- 18 Schneckensegment
- 19 Schnecke
- 20 Fenster
- 21 Spitze, distales Ende
- 22 Getriebe
- 23 Antriebswelle
- 24 Seil
- 25 Stift
- 26 Tragarm
- 27 Rastbohrungen
- 28 Hohlraum
- 29 Seitenteile
- 30 Kanal
- 31 proximales Ende
- 32 Aufnahmegehäuse
- 33 Kalotte
- 34 elastische Bänder
- 35 invarianter Punkt

- 36 Lagerarm
- 37 Seilzüge
- 38 Getriebe
- 39 Achse
- 40 Längsschlitz
- 41 Schwenkscheiben
- 42 Seilzüge
- 43 Stifte
- 44 Trokaraufnahme
- 45 Instrumentenadapter
- 46 Instrument
- 47 Beschickungsgreifer
- 48 Antriebsschlitten
- 49 Sterilhülse
- 50 Trokar
- 51 Gewebe
- 52 Mitnehmer
- 53 Gegennut
- 54 zu behandelnde Stelle

Patentansprüche:

1. Magnetresonanztomograph MRT ohne Zugang zum Meßfeld während der Messung, mit einem durchgehenden Kanal zum einseitigen Einschieben einer Patientenliege für weibliche Patienten in Bauchlage bei der MR-Mammographie, gekennzeichnet durch einen Manipulator, mittels welchem die Instrumente zur Diagnostik und therapeutischen Behandlung der Mamma von der anderen Seite des Kanales her in diesen Kanal parallel zu seiner Längsachse einfahrbar, zur Lage der Mamma in drei Achsen x, y und z positionierbar und zusätzlich vor Ort im Isozentrum des MRT in bzw. an der Mamma betätigbar sind.
2. MRT nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die diagnostische oder therapeutische Intervention des Manipulators bildgestützt erfolgt.
3. MRT nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:
  - a) der Manipulator besitzt einen Tragarm (26), der an seinem distalen Ende (21) ein Aufnahmegehäuse (32) aufweist, in welchem bzw. in welches wahlweise die verschiedenen Instrumente der einzelnen Behandlungsschritte betätigbar, sowie einsetz- und vom proximalen Ende (31) her auswechselbar sind,
  - b) der Tragarm ist mit dem Aufnahmegehäuse (32) innerhalb des Kanales (2) in zwei Fensterbereichen (20) beliebiger vertikaler x/y-Ebenen, die die anatomische Position der Mammass abdecken, frei positionierbar.
4. MRT nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:
  - a) das Aufnahmegehäuse (32) ist um einen invarianten Punkt (35) horizontal und vertikal schwenkbar, der sich außerhalb des Aufnahmegehäuses (32) und der

Spitze (21) am distalen Ende des Manipulators befindet.

5. MRT nach Anspruch 3 oder 4, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:
- a) der Manipulator weist einen bogenförmigen Rahmen (2) auf, der in den Kanal (1) einschieb- und in ihm fixierbar ist und dessen oberen Teil in Form einer horizontalen Brücke (7) ausgebildet ist, unter welcher ein beweglicher Schlitten (6) zur Bewegung in x-Richtung sitzt,
  - b) unterhalb des Schlittens (6) sind an diesem Schwenkarme (12) um eine Achse (13) in y-Richtung schwenkbar angelenkt, wobei die sich überlagernden Bewegungen in x- und y-Richtung die gewünschte Position des Manipulators bzw. seiner Spitze (21) in den Fenstern (20) ergeben,
  - c) an der, der Achse (13) abgewendeten Seite der Schwenkarme (12) ist in diesen ein Tragarm (26) gelagert, dessen distales Ende die Spitze (21) des Manipulators bildet, in der sich ein rückwärts pfeilförmig verbreiteter Hohlraum (28) für das Aufnahmegehäuse (32) befindet.
6. MRT nach Anspruch 3, 4 oder 5, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:
- a) im Aufnahmegehäuse (32) ist ein beweglicher Antriebsschlitten (48) für die Linearbewegung in z-Richtung angeordnet, der von der proximalen Seite (31) her bewegbar ist,
  - b) in das Aufnahmegehäuse (32) ist eine bewegliche Trokaraufnahme (44), in dessen oberem Teil der Trokar (50) aufgenommen ist, einschiebbar, wobei die Trokaraufnahme (44) an den Schlitten (48) ankoppel- und mit ihm verriegelbar ist.



7. MRT nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:

- a) an der Trokaraufnahme (44) sitzt proximal ein hohler Instrumentenadapter (45), in dessen Innenraum das jeweilige Instrument (46) einlegbar ist, wobei diese Trokaraufnahme (44) in angekuppelten Zustand das Verbindungselement zwischen dem Antriebsschlitten (48) und dem Instrumentenadapter (45) bildet, der damit ebenfalls mit dem Antriebsschlitten (48) in dem Gehäuse 32 verschiebbar ist,
- b) an der proximalen Seite des Instrumentenadapters (45) greift ein lösbarer Beschickungsgreifer (47) an, der im Manipulator in z-Richtung vom proximalen Ende (31) her zusammen mit den, mit dem Instrumentenadapter (45) verbundenen Teilen verschieblich ist.

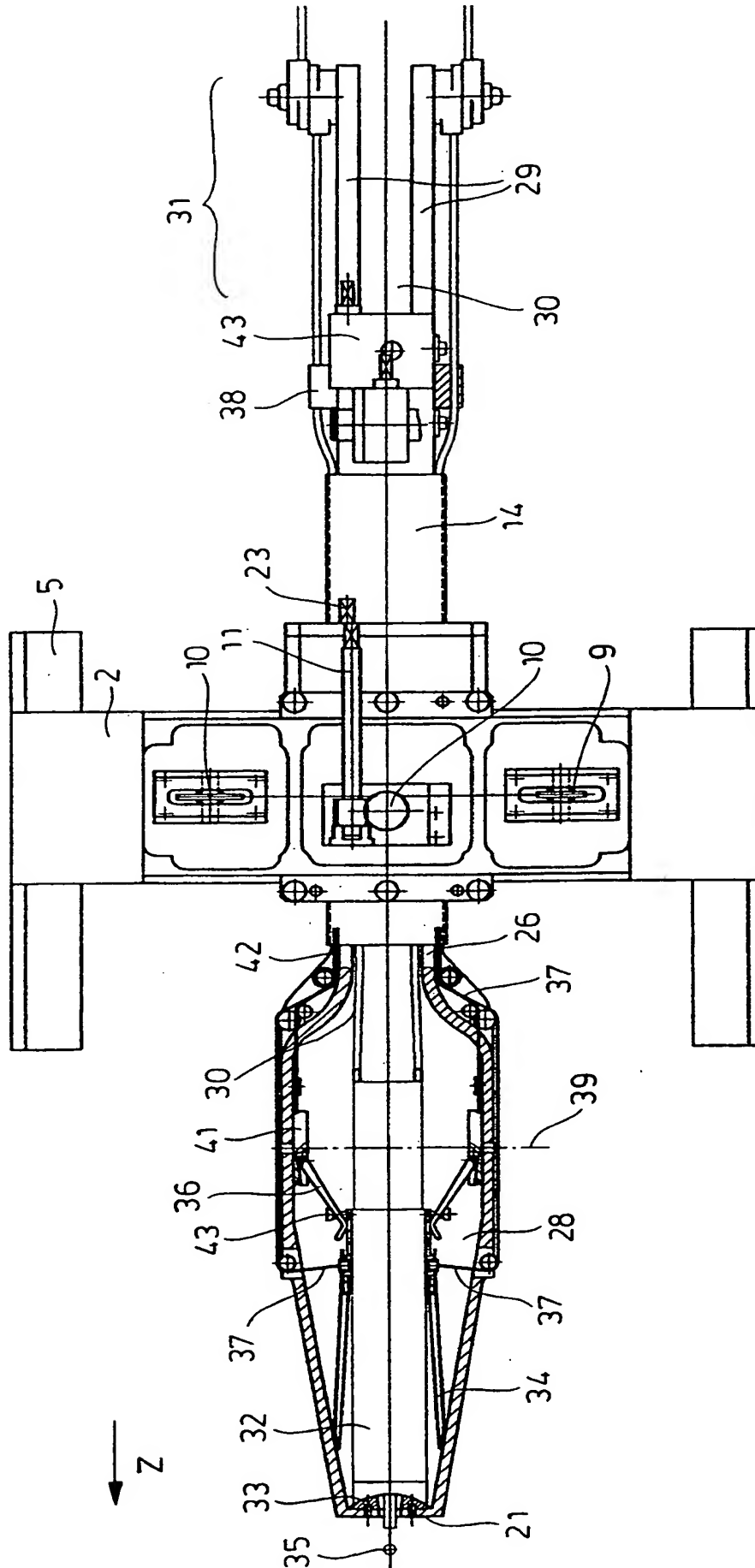


Fig. 1

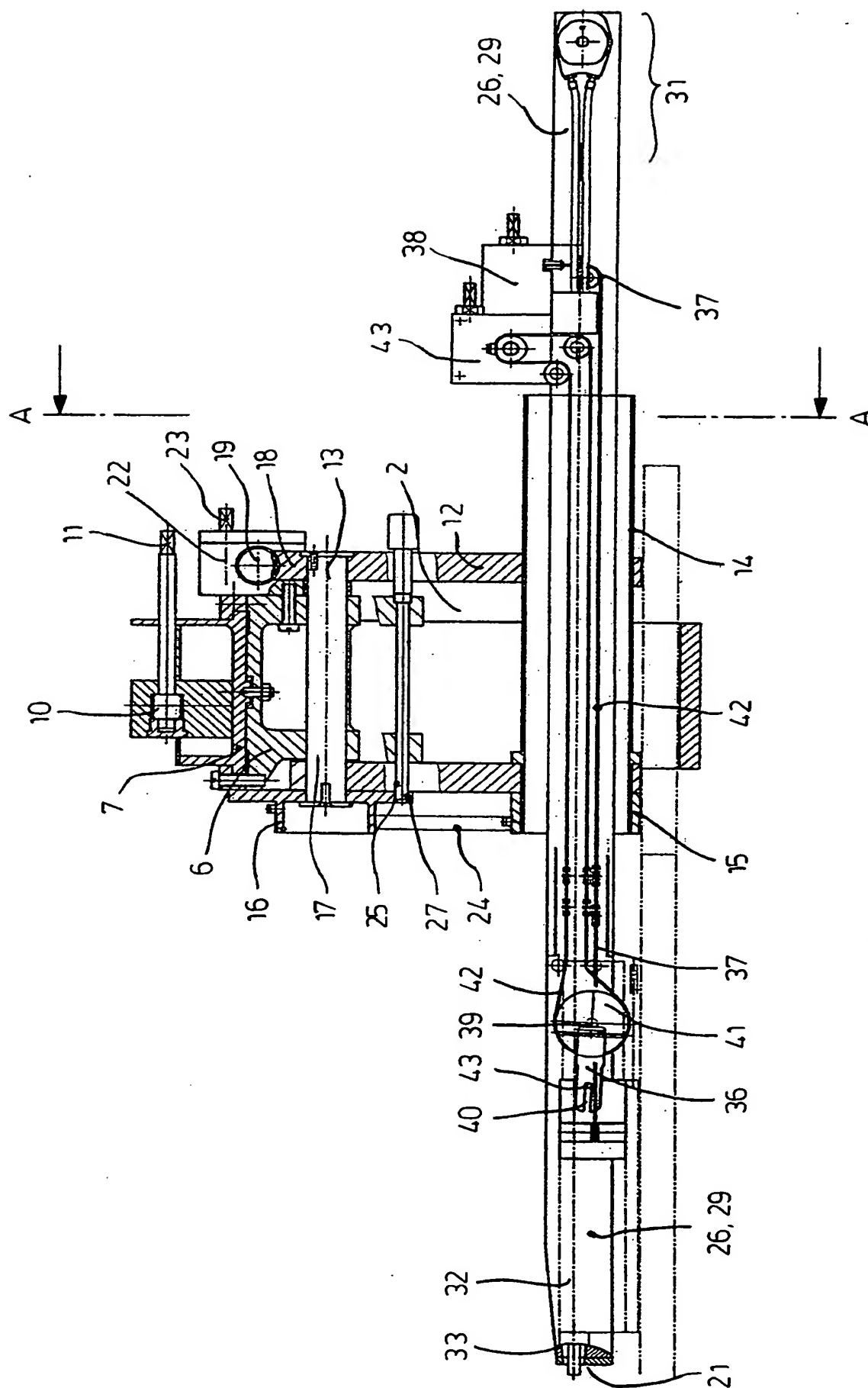


Fig. 2

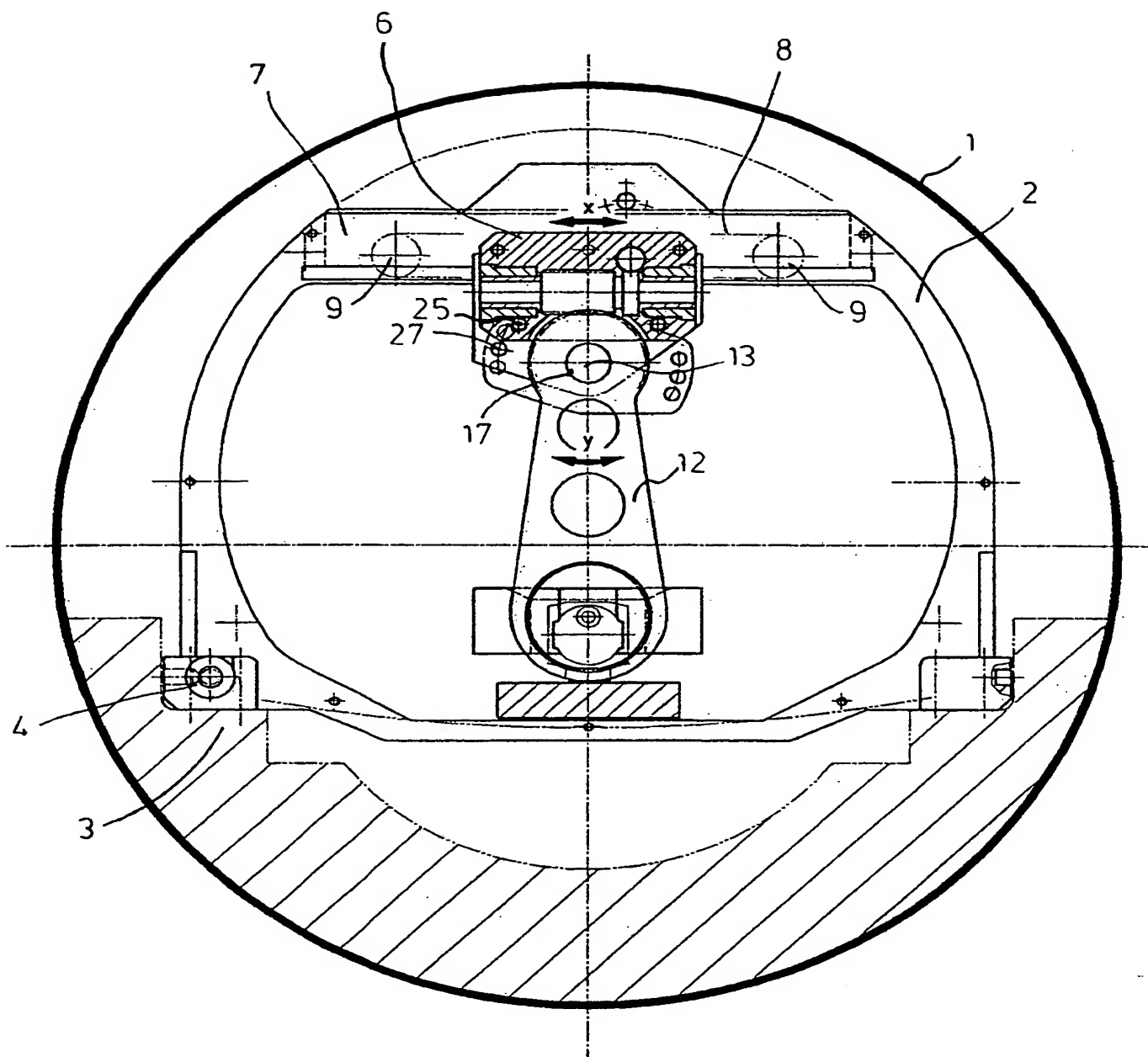


Fig. 3

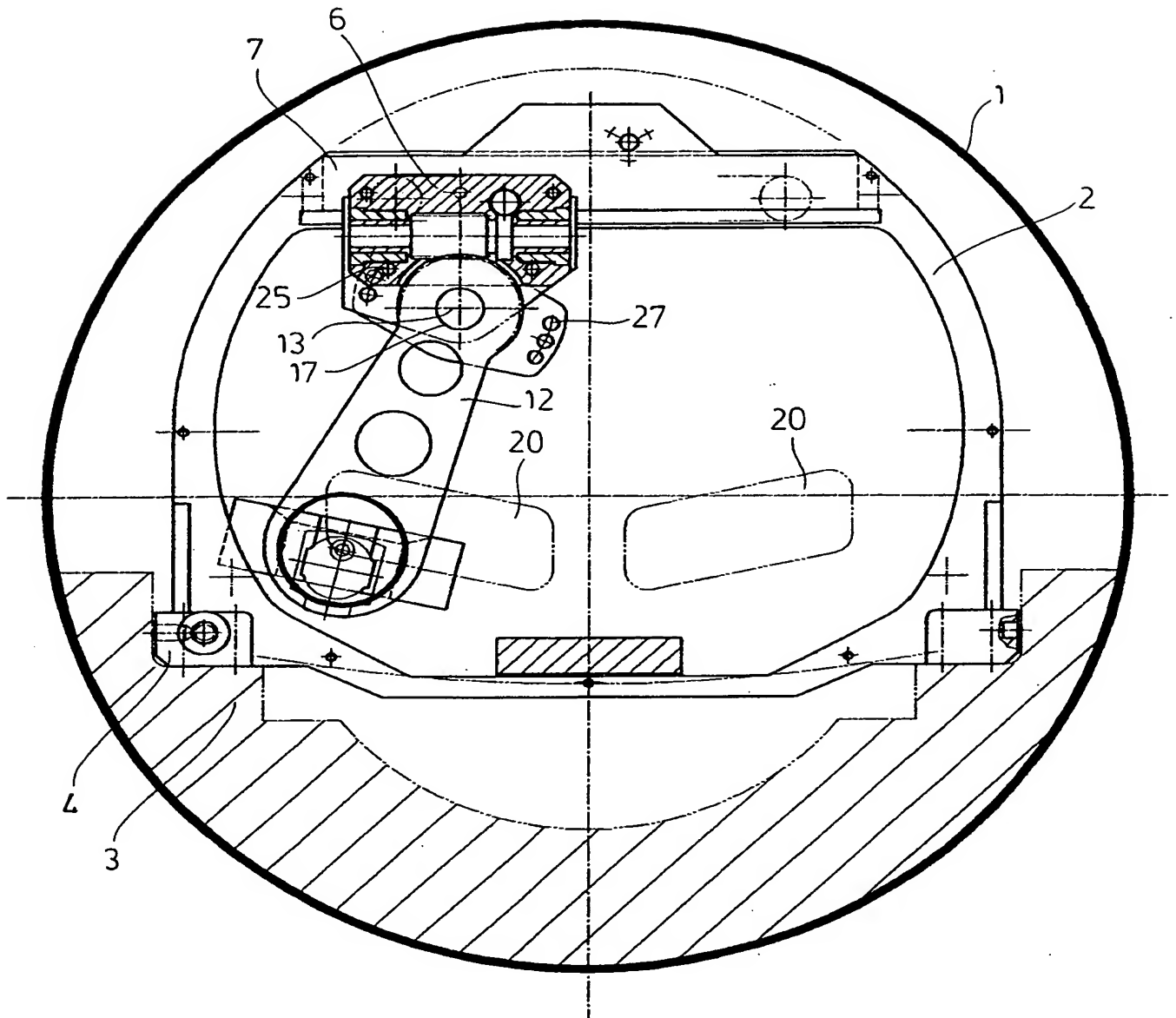


Fig. 4

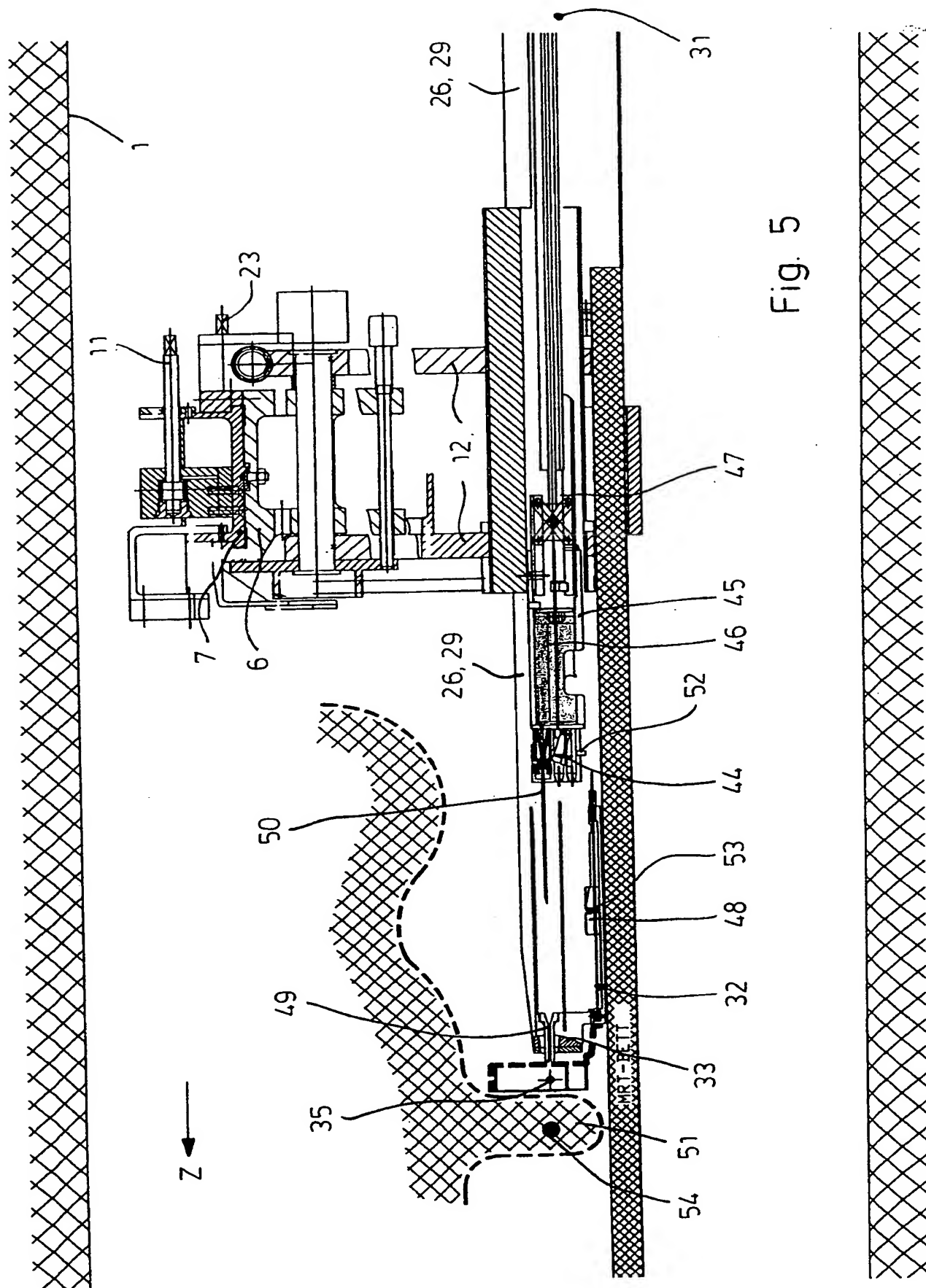


Fig. 5

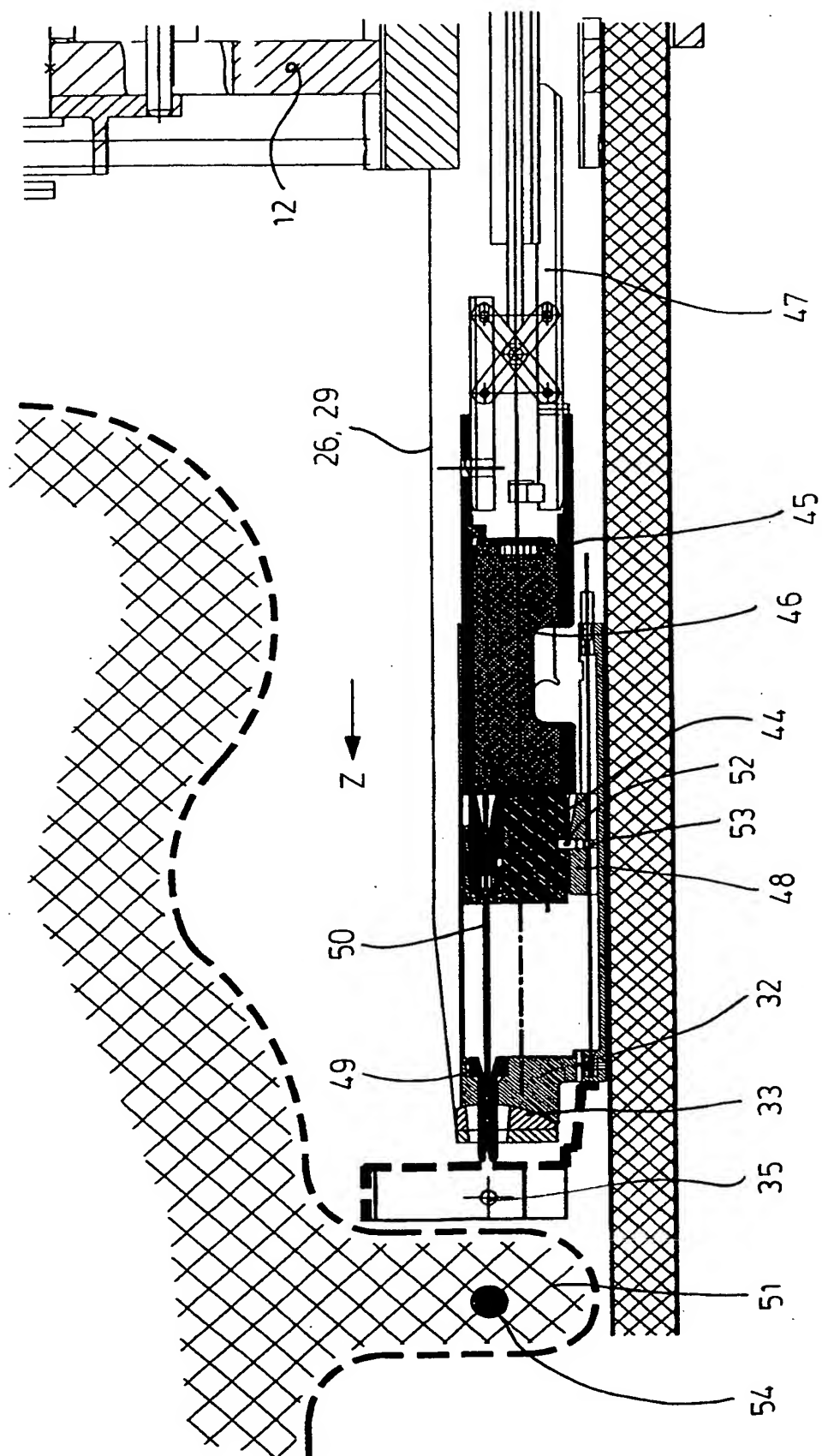


Fig. 6

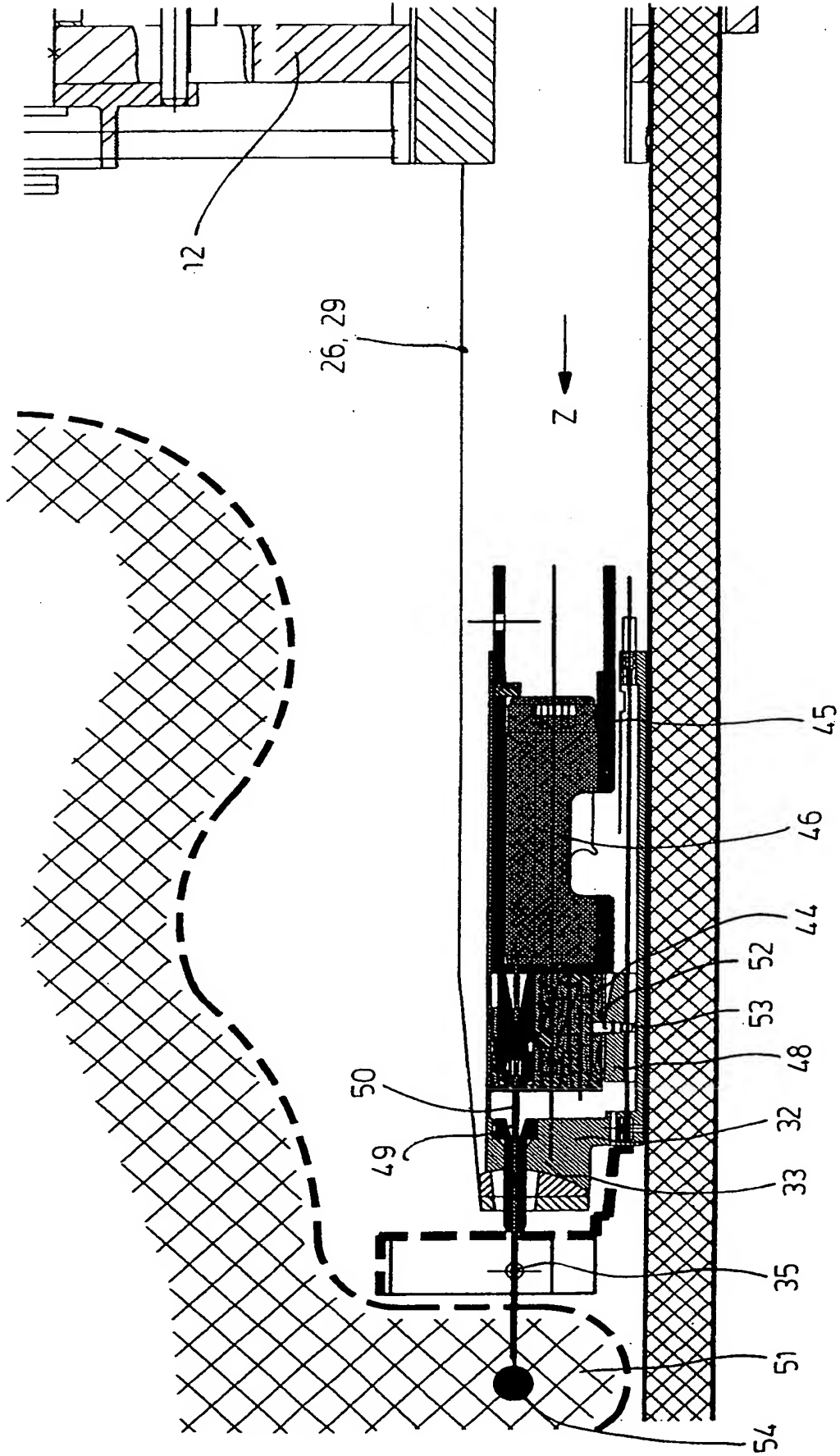


Fig. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/02713

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 A61B5/055 A61B17/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | US 5 443 068 A (CLINE HARVEY E ET AL)<br>22 August 1995 (1995-08-22)<br>column 3, line 34 - column 4, line 51;<br>claims; figures                         | 1,2                   |
| A          | WO 96 08199 A (FISCHER IMAGING CORP)<br>21 March 1996 (1996-03-21)<br>page 6, line 6 - page 10, line 5<br>page 15, line 25 - page 16, line 25;<br>figures | 1,2                   |
| A          | US 5 409 497 A (SICZEK BERNARD M ET AL)<br>25 April 1995 (1995-04-25)<br>the whole document   | 1,2                   |
| A          | EP 0 749 018 A (PICKER INT INC)<br>18 December 1996 (1996-12-18)<br>page 4, line 26 - line 55; figure 1   | 1,2                   |
| -/--       |   |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

- 12 August 1999

19/08/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Manschot, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/02713

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | <p>US 5 628 327 A (PERELES FREDERICK S ET AL) 13 May 1997 (1997-05-13)<br/>column 3, line 41 - column 8, line 14;<br/>figures</p> <p>-----</p> | 1                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/02713

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5443068                                | A | 22-08-1995          | NONE                       |                     |
| WO 9608199                                | A | 21-03-1996          | EP 0783266 A               | 16-07-1997          |
| US 5409497                                | A | 25-04-1995          | US 5129911 A               | 14-07-1992          |
|   |   |                     | DE 69321221 D              | 29-10-1998          |
|   |   |                     | DE 69321221 T              | 18-02-1999          |
|   |   |                     | EP 0630209 A               | 28-12-1994          |
|   |   |                     | JP 7504586 T               | 25-05-1995          |
|   |   |                     | WO 9317620 A               | 16-09-1993          |
|   |   |                     | US 5569266 A               | 29-10-1996          |
| EP 0749018                                | A | 18-12-1996          | US 5585724 A               | 17-12-1996          |
| US 5628327                                | A | 13-05-1997          | NONE                       |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

: nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/02713

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 A61B5/055 A61B17/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | US 5 443 068 A (CLINE HARVEY E ET AL)<br>22. August 1995 (1995-08-22)<br>Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 51;<br>Ansprüche; Abbildungen<br>---                           | 1,2                |
| A          | WO 96 08199 A (FISCHER IMAGING CORP)<br>21. März 1996 (1996-03-21)<br>Seite 6, Zeile 6 - Seite 10, Zeile 5<br>Seite 15, Zeile 25 - Seite 16, Zeile 25;<br>Abbildungen<br>--- | 1,2                |
| A          | US 5 409 497 A (SICZEK BERNARD M ET AL)<br>25. April 1995 (1995-04-25)<br>das ganze Dokument<br>---  | 1,2                |
| A          | EP 0 749 018 A (PICKER INT INC)<br>18. Dezember 1996 (1996-12-18)<br>Seite 4, Zeile 26 - Zeile 55; Abbildung 1<br>---  | 1,2                |
|            | -/--   |                    |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. August 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/08/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Manshot, J

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                       | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | US 5 628 327 A (PERELES FREDERICK S ET AL) 13. Mai 1997 (1997-05-13)<br>Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 8, Zeile 14;<br>Abbildungen<br>----- | 1                  |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/02713

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| US 5443068   | A | 22-08-1995                    | KEINE                             |            |                               |
| WO 9608199   | A | 21-03-1996                    | EP                                | 0783266 A  | 16-07-1997                    |
| US 5409497   | A | 25-04-1995                    | US                                | 5129911 A  | 14-07-1992                    |
|  |   |                               | DE                                | 69321221 D | 29-10-1998                    |
|  |   |                               | DE                                | 69321221 T | 18-02-1999                    |
|  |   |                               | EP                                | 0630209 A  | 28-12-1994                    |
|  |   |                               | JP                                | 7504586 T  | 25-05-1995                    |
|  |   |                               | WO                                | 9317620 A  | 16-09-1993                    |
|  |   |                               | US                                | 5569266 A  | 29-10-1996                    |
| EP 0749018   | A | 18-12-1996                    | US                                | 5585724 A  | 17-12-1996                    |
| US 5628327   | A | 13-05-1997                    | KEINE                             |            |                               |